

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2002年 8月21日  
Date of Application:

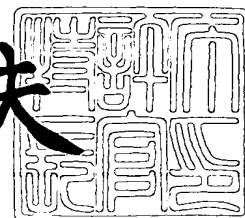
出願番号                      特願2002-240906  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP 2002-240906]

出願人                      株式会社村田製作所  
Applicant(s):

2003年 8月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号    出証特2003-3065784

【書類名】 特許願

【整理番号】 T4265

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 17/00

【発明の名称】 ノイズフィルタ

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 原田 徹

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100079441

【弁理士】

【氏名又は名称】 広瀬 和彦

【電話番号】 (03)3342-8971

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006862

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004887

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノイズフィルタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁性材料からなる絶縁性媒質と、該絶縁性媒質に間隔をもって並設された 2 本の伝送線路とによって構成され、該 2 本の伝送線路に互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードと異なる方向の信号が伝搬するノーマルモードとのうち不要なモードの信号を除去するノイズフィルタであって、

前記絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に前記絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設し、いずれか一方のモードに対して信号の損失を調整したことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 2】 重なり合う 2 層の絶縁層からなる絶縁性媒質と、前記 2 層の絶縁層間に間隔をもって並設された 2 本の伝送線路と、該 2 本の伝送線路を含んで前記絶縁性媒質を挟んで設けられた 2 つのグランド電極とによって構成され、前記 2 本の伝送線路に互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードと異なる方向の信号が伝搬するノーマルモードとのうち不要なモードの信号を除去するノイズフィルタであって、

前記絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に前記絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設し、いずれか一方のモードに対して信号の損失を調整したことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 3】 重なり合う複数層の絶縁層からなる絶縁性媒質を有し、これら各絶縁層の最上層と最下層とにグランド電極を配置する状態で、前記各絶縁層間に間隔をもって並ぶ 2 本の伝送線路と当該グランド電極とを交互に積み重ね、前記 2 本の伝送線路を複数層間でそれぞれ直列接続する構成とし、前記 2 本の伝送線路に互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードと異なる方向の信号が伝搬するノーマルモードとのうち不要なモードの信号を除去するノイズフィルタであって、

前記絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に前記絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設し、いずれか一方のモードに対し

て信号の損失を調整したことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 4】 層状をなす絶縁性媒質と、該絶縁性媒質の表面に間隔をもって並設された 2 本の伝送線路と、前記絶縁性媒質の裏面に設けられたグランド電極とによって構成され、前記 2 本の伝送線路に互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードと異なる方向の信号が伝搬するノーマルモードとのうち不要なモードの信号を除去するノイズフィルタであって、

前記絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に前記絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設し、いずれか一方のモードに対して信号の損失を調整したことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項 5】 前記異性媒質は前記 2 本の伝送線路の間に配置してなる請求項 1, 2, 3 または 4 に記載のノイズフィルタ。

【請求項 6】 前記絶縁性媒質は磁性体からなる磁性体媒質によって形成し、前記異性媒質は該磁性体媒質よりも比透磁率が小さい低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙によって形成してなる請求項 5 に記載のノイズフィルタ。

【請求項 7】 前記絶縁性媒質は誘電体からなる誘電体媒質によって形成し、該誘電体媒質の表面には前記 2 本の伝送線路の間に位置した切込み溝を凹設し、前記異性媒質は該切込み溝の内部に画成した空隙によって構成してなる請求項 4 に記載のノイズフィルタ。

【請求項 8】 前記絶縁性媒質は磁性体からなる磁性体媒質によって形成し、前記異性媒質は前記 2 本の伝送線路の間に位置して該磁性体媒質よりも比透磁率が小さい低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙によって形成し、該低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙よりも比透磁率が高いコーティング膜によって該低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙と前記 2 本の伝送線路とを覆う構成としてなる請求項 4 に記載のノイズフィルタ。

【請求項 9】 前記伝送線路は蛇行したジグザグ状に形成してなる請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 または 8 に記載のノイズフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高速差動インターフェイス等の差動信号を利用した電子回路に用いて好適なノイズフィルタに関する。

#### 【0 0 0 2】

##### 【従来の技術】

一般に、差動信号（ノーマルモード信号）を利用した電子回路は、2本の線路からなる差動線路によって構成されている。そして、この差動線路には、種々の原因によって、電磁雑音の放射の原因となるコモンモードノイズ（コモンモード信号）が流れてしまう。このため、差動線路の途中にノイズフィルタとしてのコモンモードチョークコイルを接続し、ノーマルモード信号を通過させるのに対し、コモンモード信号を反射させることによってコモンモードノイズを除去していた。

#### 【0 0 0 3】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来技術では、反射損失によってノイズを抑制しているから、例えば回路間を接続する線路中にノイズフィルタを配設した場合、ノイズフィルタと周辺の回路との間で特定の周波数のノイズが共振することがあり、却ってノイズを増幅してしまうという問題があった。

#### 【0 0 0 4】

特に、近年はデジタル機器に用いる信号周波数が高周波化する傾向があり、信号周波数が100MHzを超えている電子機器が増加している。このため、コモンモードノイズ等も高周波となっているのに対し、例えばノイズフィルタと周囲の部品との間の線路長や複数の部品間の線路長等が高周波のノイズに対して無視できない寸法となっている。このため、従来技術によるノイズフィルタでは、反射による共振周波数の影響でノイズを十分に除去できなかったり、信号波形を歪ませたりする傾向がある。従って、高周波の信号を用いる電子機器には、従来技術のように反射損失を用いるノイズフィルタは使用し難い傾向があった。

#### 【0 0 0 5】

また、例えばフェライト等の媒質中に2本の線路を埋設したチップコイルを用いてノイズフィルタを構成した場合には、2本の線路が一様な媒質中に設けられ

ているから、コモンモードとノーマルモードとのうち一方のモードの信号に対する減衰の割合を定めると、他方のモードの信号に対する減衰（透過）の割合も決定されてしまい、各モードで個別に信号の減衰の割合を設定することが難しい傾向があった。

#### 【0 0 0 6】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、ノイズの共振を防ぐことができると共に、モード毎に信号の減衰の割合を設定することができる小型なノイズフィルタを提供することにある。

#### 【0 0 0 7】

##### 【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、請求項 1 の発明は、絶縁性材料からなる絶縁性媒質と、該絶縁性媒質に間隔をもって並設された 2 本の伝送線路とによって構成され、該 2 本の伝送線路に互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードと異なる方向の信号が伝搬するノーマルモードとのうち不要なモードの信号を除去するノイズフィルタであって、前記絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に前記絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設し、いずれか一方のモードに対して信号の損失を調整したことを特徴としている。

#### 【0 0 0 8】

このように構成したことにより、2 本の伝送線路は絶縁性媒質に設けられているから、絶縁性媒質の熱損失を利用して伝送線路を伝搬する信号を減衰させることができる。このとき、2 本の伝送線路は間隔をもって並設されているから、各伝送線路の信号によって形成される電磁界は、2 本の伝送線路間で相互に影響する。このため、絶縁性媒質に形成される電磁界分布はコモンモードとノーマルモードとで異なるから、各モード毎に信号の減衰量が異なる。また、絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設したから、該異性媒質によって各モード毎に実効的な材料特性（周波数特性）を変化させることができる。この結果、各モード毎に信号の減衰量を調整することができ、必要なモードの信号の損失を小さくでき、または不要なモードの信号の損失を大きくすることができる。

## 【0009】

また、2つのモードのうち必要なモードの磁界だけが形成される部位に異性媒質として例えば絶縁性媒質よりも比透磁率が小さい材料（低透磁率媒質等）を配置したときには、必要なモードに対する実効比透磁率の周波数特性を変化させることができる。このため、必要なモードの信号に対して損失のピークが生じる周波数を高周波数側にシフトすることができる。従って、不要なモードの信号は低い周波数から除去することができるのに対して、必要なモードの信号は高い周波数成分まで減衰せずに通過させることができ、必要なモードの信号は波形なまりが生じることなく伝達することができる。

## 【0010】

請求項2の発明は、重なり合う2層の絶縁層からなる絶縁性媒質と、前記2層の絶縁層間に間隔をもって並設された2本の伝送線路と、該2本の伝送線路を含んで前記絶縁性媒質を挟んで設けられた2つのグランド電極とによって構成され、前記2本の伝送線路に互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードと異なる方向の信号が伝搬するノーマルモードとのうち不要なモードの信号を除去するノイズフィルタであって、前記絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に前記絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設し、いずれか一方のモードに対して信号の損失を調整したことを特徴としている。

## 【0011】

これにより、2本の伝送線路は絶縁性媒質をなす2層の絶縁層間に設けられているから、絶縁層の熱損失を利用して伝送線路を伝搬する信号を減衰させることができる。また、絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設したから、該異性媒質によって各モード毎に実効的な材料特性を変化させることができる。この結果、各モード毎に信号の減衰量を調整することができ、必要なモードの信号の損失を小さくでき、または不要なモードの信号の損失を大きくすることができる。

## 【0012】

また、伝送線路の幅寸法、磁性体シートの厚さ寸法を適宜設定することによって、伝送線路の特性インピーダンスを設定することができる。さらに、2層の絶

縁層間に伝送線路を配設すると共に、2本の伝送線路を含んで前記絶縁性媒質を2つのグラウンド電極によって挟むから、グラウンド電極によって2層の絶縁層間に位置する伝送線路をその全長に亘って覆うことができる。このため、伝送線路の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定できるから、伝送線路の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することや波形が歪むのを防止することができる。また、グラウンド電極によって2層の絶縁層間に位置する伝送線路をその全長に亘って覆うから、外部から伝送線路中にノイズが混入するのを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

#### 【0013】

請求項3の発明は、重なり合う複数層の絶縁層からなる絶縁性媒質を有し、これら各絶縁層の最上層と最下層とにグラウンド電極を配置する状態で、前記各絶縁層間に間隔をもって並ぶ2本の伝送線路と当該グラウンド電極とを交互に積み重ね、前記2本の伝送線路を複数層間でそれぞれ直列接続する構成とし、前記2本の伝送線路に互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードと異なる方向の信号が伝搬するノーマルモードとのうち不要なモードの信号を除去するノイズフィルタであって、前記絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に前記絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設し、いずれか一方のモードに対して信号の損失を調整したことを特徴としている。

#### 【0014】

これにより、各層に設けられた2本の伝送線路は絶縁性媒質をなす2層の絶縁層間に設けられているから、絶縁層の熱損失を利用して伝送線路を伝搬する信号を減衰させることができる。また、絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設したから、該異性媒質によって各モード毎に実効的な材料特性を変化させることができる。この結果、各モード毎に信号の減衰量を調整することができ、必要なモードの信号の損失を小さくでき、または不要なモードの信号の損失を大きくすることができる。

#### 【0015】

さらに、重なり合う複数層の絶縁層には、その最上層と最下層とにグラウンド電



極を配置する状態で前記各絶縁層間に 2 本の伝送線路とグラウンド電極とを交互に積み重ねたから、各層の伝送線路を 2 枚の絶縁層間に配置できると共に、2 つのグラウンド電極によって各層の伝送線路をその全長に亘って覆うことができる。

【0 0 1 6】

また、重なり合う複数層の絶縁層にはその最上層と最下層にグラウンド電極を配置するから、外部からの伝送線路中にノイズが混入するのを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

【0 0 1 7】

また、全ての伝送線路の幅寸法をほぼ等しい値に設定すると共に、全ての磁性体シートの厚さ寸法をほぼ等しい値に設定した場合には、各層の伝送線路に対する特性インピーダンスを相互にほぼ一致させることができる。このため、相互に直列接続された伝送線路の全体に亘って特性インピーダンスをほぼ一定値に設定できるから、伝送線路の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができ、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取ることができる。

【0 0 1 8】

さらに、複数層の伝送線路を直列接続したから、伝送線路の全長を長くすることができ、伝送線路を通過するノイズの減衰量を増加させることができる。

【0 0 1 9】

請求項 4 の発明は、層状をなす絶縁性媒質と、該絶縁性媒質の表面に間隔をもって並設された 2 本の伝送線路と、前記絶縁性媒質の裏面に設けられたグラウンド電極とによって構成され、前記 2 本の伝送線路に互いに同じ方向の信号が伝搬するコモンモードと異なる方向の信号が伝搬するノーマルモードとのうち不要なモードの信号を除去するノイズフィルタであって、前記絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に前記絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設し、いずれか一方のモードに対して信号の損失を調整したことを特徴としている。

【0 0 2 0】

これにより、2 本の伝送線路は層状をなす絶縁性媒質の表面に設けられている

から、絶縁性媒質の熱損失を利用して伝送線路を伝搬する信号を減衰させることができる。また、絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設したから、該異性媒質によって各モード毎に実効的な材料特性を変化させることができる。この結果、各モード毎に信号の減衰量を調整することができ、必要なモードの信号の損失を小さくでき、または不要なモードの信号の損失を大きくすることができる。さらに、グラウンド電極によって2本の伝送線路を絶縁性媒質の裏面側から全長に亘って覆うことができるから、各伝送線路の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定でき、ノイズの反射、共振を抑制することができる。

#### 【0021】

請求項5の発明は、前記異性媒質を前記2本の伝送線路の間に配置したことにある。

#### 【0022】

このとき、2本の伝送線路は間隔をもって並設されているから、コモンモードのときには2本の伝送線路を全体として取囲む磁束が形成されるのに対し、ノーマルモードのときには2本の伝送線路をそれぞれ独立して取囲む磁束が形成される。このため、コモンモードのときには2本の伝送線路の間に磁束が形成されないのに対し、ノーマルモードのときには2本の伝送線路の間を横切る磁束（磁界）が形成される。従って、異性媒質を2本の伝送線路の間に配置したことによって、ノーマルモードの磁束だけを調整することができる。

#### 【0023】

また、2本の伝送線路は間隔をもって並設されているから、コモンモードのときには2本の伝送線路と例えばグラウンド電極との間に電束（電界）が形成されるのに対し、ノーマルモードのときには2本の伝送線路の間を結ぶ電束が形成される。従って、異性媒質を2本の伝送線路の間に配置したことによって、ノーマルモードの磁束だけを調整することができる。

#### 【0024】

請求項6の発明では、前記絶縁性媒質は磁性体からなる磁性体媒質によって形成し、前記異性媒質は該磁性体媒質よりも比透磁率が小さい低透磁率媒質、非磁

性体媒質または空隙によって形成している。

#### 【0025】

これにより、磁性体媒質の磁性損失（熱損失）を用いて信号を減衰させることができる。また、2本の伝送線路の間には、磁性体媒質よりも比透磁率が小さい低透磁率媒質等を配置するから、2つのモードのうちノーマルモードに対する実効比透磁率の周波数特性を変化させ、必要なモードであるノーマルモードで損失のピークが生じる周波数を高周波数側にシフトすることができる。従って、コモンモードの信号は低い周波数から除去することができるのに対して、ノーマルモードの信号は高い周波数成分まで減衰せずに通過させることができ、ノーマルモードの信号は波形なまりが生じることなく伝達することができる。

#### 【0026】

請求項7の発明では、前記絶縁性媒質は誘電体からなる誘電体媒質によって形成し、該誘電体媒質の表面には前記2本の伝送線路の間に位置した切込み溝を凹設し、前記異性媒質は該切込み溝の内部に画成した空隙によって構成している。

#### 【0027】

これにより、誘電体媒質の誘電損失（熱損失）を用いて信号を減衰させることができる。また、2本の伝送線路の間には切込み溝を凹設したから、切込み溝の内部に画成した空隙によって2つのモードのうちノーマルモードに対する実効比誘電率を低下させることができる。このため、ノーマルモードの信号の損失を小さくすることができる。

#### 【0028】

請求項8の発明では、前記絶縁性媒質は磁性体からなる磁性体媒質によって形成し、前記異性媒質は前記2本の伝送線路の間に位置して該磁性体媒質よりも比透磁率が小さい低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙によって形成し、該低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙よりも比透磁率が高いコーティング膜によって該低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙と前記2本の伝送線路とを覆う構成としている。

#### 【0029】

これにより、磁性体媒質およびコーティング膜の磁性損失（熱損失）を用いて

信号を減衰させることができる。また、2本の伝送線路の間には、磁性体媒質よりも比透磁率が小さい低透磁率媒質等を配置するから、2つのモードのうちノーマルモードに対する実効比透磁率の周波数特性を変化させ、必要なモードであるノーマルモードで損失のピークが生じる周波数を高周波数側にシフトすることができる。従って、コモンモードの信号は低い周波数から除去することができるのに対して、ノーマルモードの信号は高い周波数成分まで減衰せずに通過させることができ、ノーマルモードの信号は波形なまりが生じることなく伝達することができる。

### 【0030】

請求項9の発明では、前記伝送線路は蛇行したジグザグ状に形成している。これにより、伝送線路を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、不要なモードの信号（ノイズ）に対する減衰量を増加させることができる。

### 【0031】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態によるノイズフィルタを添付図面に従って詳細に説明する。

### 【0032】

図1ないし図9は第1の実施の形態に係り、1は本実施の形態によるノイズフィルタで、該ノイズフィルタ1は後述する磁性体層2a～2d、伝送線路3、4、グランド電極5、誘電体部材6、信号用電極端子7、8、グランド用電極端子9によって大略構成されている。

### 【0033】

2は絶縁性媒質としての積層体で、該積層体2は略角柱形状をなし、ノイズフィルタ1の外形を構成している。また、積層体2は、絶縁層をなす4層の磁性体層2a～2dからなり、例えば4枚の磁性体シートを相互に積層した状態でプレスし、焼成することによって形成されている。そして、磁性体層2a～2dは、略四角形の板状に形成され、例えばフェライト等の磁性特性を有するセラミックス材料（磁性体）によって形成され、その比透磁率 $\mu_{r0}$ は例えば4～30程度の

値 ( $4 \leq \mu_{r0} \leq 30$ ) に設定されると共に、その比誘電率  $\epsilon_{r0}$  は例えば 10 程度の値に設定されている。

#### 【0034】

なお、磁性体層 2a, 2d には必ずしも磁性体を用いる必要はなく、磁性体層 2b, 2c とは異なる材料として、例えば、磁性体層 2a には絶縁性の樹脂皮膜を用い、磁性体層 2d にはアルミナ等の絶縁性のセラミック基板（絶縁性基板）を用いてもよい。また、磁性体層 2a は省く構成としてもよい。但し、製造コストを低減するためには、4 層の磁性体層 2a ~ 2d は全て同じ材料を用いることが好ましい。

#### 【0035】

3, 4 は磁性体層 2b, 2c 間に配設された 2 本の伝送線路で、該伝送線路 3, 4 は、一定の間隔をもって平行に延び、磁性体層 2b, 2c の短尺方向（幅方向）に往復するジグザグ状をなして長尺方向（長さ方向）に向けて延びている。そして、伝送線路 3, 4 は、例えば銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料によって略帯状に形成されると共に、その両端側が電極部 3A, 4A となって後述の信号用電極端子 7, 8 にそれぞれ接続されている。

#### 【0036】

また、伝送線路 3, 4 は、後述の 2 枚のグランド電極 5 に対して厚さ方向の略中央に位置し、略全長に亘って 2 枚のグランド電極 5 によって覆われている。さらに、伝送線路 3, 4 は、互いに同じ一定の幅寸法を有すると共に、2 枚のグランド電極 5 間の距離寸法が磁性体層 2b, 2c の全面に亘ってほぼ一定値に保持されている。そして、伝送線路 3, 4 の特性インピーダンスは、その幅寸法、グランド電極 5 間の距離寸法、磁性体層 2b, 2c の透磁率および誘電率によってほぼ決定されるから、伝送線路 3, 4 の特性インピーダンスは、全長に亘ってほぼ一定値に設定されている。

#### 【0037】

5 は磁性体層 2b の表面側と磁性体層 2c の裏面側とにそれぞれ設けられた 2 枚のグランド電極で、これらのグランド電極 5 は、ノイズフィルタ 1 のうち厚さ方向の中間に位置する 2 枚の磁性体層 2b, 2c を上, 下方向から挟むものである。

る。また、各グランド電極 5 は、例えば銀ペースト、パラジウム等の導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体層 2 b, 2 c を略全面に亘って覆っている。さらに、グランド電極 5 のうち略四角状をなす磁性体層 2 b, 2 c の長さ方向（図 2 中の左, 右方向）中間位置には、幅方向（図 2 中の前, 後方向）両端側に向けて舌状に突出して延びる電極部 5 A が設けられ、該電極部 5 A は後述のグランド用電極端子 9 に接続されている。そして、各グランド電極 5 は、磁性体層 2 a, 2 d によって覆われている。

#### 【0038】

6 は 2 本の伝送線路 3, 4 の間に設けられた異性媒質としての非磁性体媒質からなる誘電体部材で、該誘電体部材 6 は、その比透磁率  $\mu_{r1}$  が磁性体層 2 b, 2 c の比透磁率  $\mu_{r0}$  よりも小さい値として例えば 1 程度の値（ $\mu_{r1} \approx 1$ ）に設定されると共に、その比誘電率  $\epsilon_{r1}$  が例えば磁性体層 2 b, 2 c の比誘電率  $\epsilon_{r0}$  とほぼ同じ値に設定されている。そして、誘電体部材 6 は、互いに並設された 2 本の伝送線路 3, 4 間の隙間を埋めている。

#### 【0039】

なお、異性媒質には、誘電体部材 6 に代えて磁性体層 2 b, 2 c よりも比透磁率が低い磁性体部材（低透磁率媒質）を用いてもよい。また、2 本の伝送線路 3, 4 間に空隙（空間）を形成し、該空隙によって異性媒質を形成してもよい。さらに、誘電体部材 6 の比誘電率  $\epsilon_{r1}$  は、必ずしも磁性体層 2 b, 2 c の比誘電率  $\epsilon_{r0}$  とほぼ同じ値に設定する必要はなく、例えばノーマルモードの特性インピーダンスが所定の値となるように適宜設定されるものである。

#### 【0040】

7, 8 は積層体 2（磁性体層 2 a ~ 2 d）の四隅側にそれぞれ設けられた信号用電極端子で、該信号用電極端子 7, 8 は、略コ字状をなし、積層体 2 の長さ方向の端面側に位置して当該端面のうち幅方向の両端側を覆うと共に、その一部が積層体 2 の表面と裏面とに延伸している。そして、信号用電極端子 7, 8 は、例えば積層体 2 の両端側に導電性金属材料を塗布した後に、この導電性金属材料を焼成し、メッキ処理を施すことによって形成され、伝送線路 3, 4 の電極部 3 A, 4 A にそれぞれ接続されている。

**【 0 0 4 1 】**

9 は積層体 2 の長さ方向中間位置で幅方向の両端側にそれぞれ設けられたグラウンド用電極端子で、該グラウンド用電極端子 9 は、略コ字状をなし、積層体 2 の側面に厚さ方向に沿って帯状に延びると共に、その一部が積層体 2 の表面と裏面とに延伸している。そして、グラウンド用電極端子 9 は、例えば積層体 2 の側面側に導電性金属材料を塗布した状態で焼成、メッキ処理を施すことによって形成され、グラウンド電極 5 の電極部 5 A に接続されている。

**【 0 0 4 2 】**

本実施の形態によるノイズフィルタ 1 は上述の如く構成されるものであり、次にその作動について説明する。

**【 0 0 4 3 】**

まず、差動信号が伝達される 2 本の配線が設けられた基板上にノイズフィルタ 1 を配置し、各配線の途中に信号用電極端子 7, 8 をそれぞれ接続すると共に、グラウンド用電極端子 9 をグラウンド端子に接続する。これにより、信号は伝送線路 3, 4 を通じて伝達されると共に、グラウンド電極 5 はグラウンド電位に保持される。

**【 0 0 4 4 】**

ここで、伝送線路 3, 4 にコモンモードの信号が伝搬するときには、伝送線路 3, 4 に通電している電流の向きが同方向となる。このとき、伝送線路 3, 4 は互いに近接して並設されているから、それぞれの伝送線路 3, 4 による磁束が相互に強め合い、コモンモードの信号に対して伝送線路 3, 4 が 1 本の線路のようにふるまう。また、伝送線路 3, 4 は磁性体層 2 b, 2 c の間に形成されている。このため、コモンモードの信号に対して、伝送線路 3, 4 は、図 5 の等価回路に示すように、インダクタンス  $L$  を持ち、かつ、磁性体層 2 b, 2 c の誘電率によりグラウンド電極 5 との間に容量  $C$  を持つ。

**【 0 0 4 5 】**

即ち、伝送線路 3, 4 は、コモンモードの信号に対しては分布定数回路と等価に機能して、当該伝送線路 3, 4 を流れるコモンモードの信号は、インダクタンス  $L$ 、容量  $C$  が一定に保たれる周波数域においては、損失無く伝送される。一方

、コモンモードの信号の周波数が高くなると、磁性体層 2 b, 2 c の透磁率が変  
化し、図 6 の等価回路のように、インダクタンス  $L$  には損失分  $R$  (磁性損失) が  
生じる。このため、磁性損失によって高周波数域のコモンモードの信号は減衰す  
る。

#### 【0046】

これに対し、伝送線路 3, 4 にノーマルモードの信号が伝搬するときには、伝  
送線路 3, 4 に通電している電流の向きが逆方向で、かつ通電量がほぼ等しくな  
る。このため、それぞれの伝送線路 3, 4 による磁束は互いに打ち消し合う (相  
殺する) から、ノーマルモードの信号に対して伝送線路 3, 4 は独立した通常の  
線路のようにふるまい、磁性損失は低減される。

#### 【0047】

特に、本実施の形態では、伝送線路 3, 4 の間に磁性体層 2 b, 2 c の比透磁  
率  $\mu_{r0}$  よりも小さい比透磁率  $\mu_{r1}$  をもった誘電体部材 6 を設けたから、ノーマル  
モードで発生する磁束  $\phi_n$  は、図 3 に示すように誘電体部材 6 を通過する (横切  
る) のに対し、コモンモードで発生する磁束  $\phi_c$  は、図 4 に示すように誘電体部  
材 6 を通過しない。このため、誘電体部材 6 を設けた場合と設けない場合とを比  
較したときには、ノーマルモードで発生する磁束  $\phi_n$  の通り道では、誘電体部材  
6 によって実効比透磁率  $\mu_{wn}$  が低下するのに対し、コモンモードで発生する磁束  
 $\phi_c$  の通り道では、実効比透磁率  $\mu_{wc}$  は低下しない。

#### 【0048】

このとき、図 7 に示すように、一般に実効比透磁率が低下すると、損失のピー  
クが生じる周波数 (実効比透磁率に対応した透磁率の実部  $\mu'$  と虚部  $\mu''$  が同じ  
値となる周波数) が高周波側にシフトする傾向がある。このため、誘電体部材 6  
を設けない場合には、例えば図 8 に示すように、数 MHz 程度で損失のピークが  
生じるのに対して、誘電体部材 6 を設けた場合には、例えば図 9 に示すように、  
数十 MHz 程度で損失のピークが生じる。このとき、透磁率の虚部  $\mu''$  と実部  $\mu'$   
との比率 ( $\mu'' / \mu'$ ) および実部  $\mu'$  の大きさによって定まる損失の大きさ  
自体も、誘電体部材 6 を設けない場合に比べて誘電体部材 6 を設けた場合の方が  
小さくなる。



**【0049】**

従って、ノーマルモードの信号に対しては、磁性損失 R のピークが生じる周波数が高周波側にシフトすると共に、磁性損失 R 自体も小さくなる。この結果、コモンモードの信号は低い周波数から除去できるのに対して、ノーマルモードの信号は、高い周波数成分まで減衰せずに伝搬することができる。このため、必要なモードであるノーマルモードの信号を波形なまりが生じることなく伝送することができ、波形品質の維持とノイズ除去効果とを両立させることができる。

**【0050】**

また、伝送線路 3、4 のそれぞれの幅寸法、磁性体層 2 b、2 c の厚さ寸法（グラント電極 5 間の距離寸法）を適宜設定することによって、各伝送線路 3、4 の特性インピーダンスを設定することができる。さらに、伝送線路 3、4 間の距離によって、ノーマルモードの特性インピーダンスを設定することができる。ここで、磁性体材料の比誘電率や比透磁率が一定の周波数領域では、これらの特性インピーダンスをほぼ一定値に保持することができる。このため、信号周波数がこの領域にあたるように材料特性を定めることによって、ノイズフィルタ 1 に接続される回路に対してインピーダンス整合を取ることができ、ノイズフィルタ 1 の反射損失を低下させ、共振によるノイズの増大を防止することができる。

**【0051】**

さらに、2 層の磁性体層 2 b、2 c 間に伝送線路 3、4 を配設すると共に、当該 2 層の磁性体層 2 b、2 c を 2 つのグラント電極 5 によって挟む構成としたから、2 つのグラント電極 5 によって磁性体層 2 b、2 c 間に位置する伝送線路 3、4 をその全長に亘って覆うことができる。このため、伝送線路 3、4 の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定できるから、伝送線路 3、4 の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができる。また、2 つのグラント電極 5 によって伝送線路 3、4 をその全長に亘って覆うから、外部からの伝送線路 3、4 中にノイズが混入するのを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

**【0052】**

なお、本実施の形態では、コモンモードノイズの周波数が低い場合には、当該

コモンモードノイズを透過させる性質を有し、ローパスフィルタのように動作する。つまり、ノイズフィルタ 1 には、周波数によってコモンモードノイズの通過域と減衰域とがある。この通過域と減衰域は、磁性体層 2 b, 2 c の磁性材料の組成（比透磁率）および伝送線路 3, 4 の長さ寸法を調整することによって定める。このため、コモンモードノイズの周波数を考慮し、減衰対象のコモンモードノイズを確実に減衰させることができるように磁性体層 2 b, 2 c の材料組成、伝送線路 3, 4 の長さ寸法が設定されている。

#### 【0053】

かくして、本実施の形態によれば、2 層の磁性体層 2 b, 2 c 間に伝送線路 3, 4 を配設すると共に、これらの磁性体層 2 b, 2 c を 2 つのグランド電極 5 によって覆う構成としたから、磁性体層 2 b, 2 c を構成する磁性材料の磁性損失（熱損失）を用いることによってコモンモードノイズを抑制することができる。また、伝送線路 3, 4 の特性インピーダンスを信号の周波数に依らずほぼ一定値に保持することができるから、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取ることができる。このため、ノイズフィルタ 1 の反射損失を低下させることができる、共振によるノイズの増大を防止することができる。

#### 【0054】

また、伝送線路 3, 4 の間には誘電体部材 6 を設けたから、コモンモードモードの信号に影響を与えることなく、ノーマルモードの信号に対して実効比透磁率  $\mu_{wn}$  の周波数特性を変化させ、磁性損失 R のピークが生じる周波数が高周波側にシフトさせることができる。このため、コモンモードの信号は低い周波数から除去できるのに対して、ノーマルモードの信号は高い周波数成分まで減衰せずに伝搬することができる。この結果、コモンモードの信号に対するノイズ除去効果を維持しつつ、ノーマルモードの信号に対する波形なまりを防止して波形品質の維持することができる。

#### 【0055】

さらに、2 つのグランド電極 5 によって磁性体層 2 b, 2 c 間に位置する伝送線路 3, 4 をその全長に亘って覆うことができるから、伝送線路 3, 4 の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定することができ、伝送線路 3, 4 の途

中でノイズが反射することがないのに加え、外部からの伝送線路 3, 4 中にノイズが混入するのを防ぐことができ、信号を確実に伝達することができる。

#### 【0056】

また、磁性体層 2 a ~ 2 d は略四角状に形成し、該磁性体層 2 a ~ 2 d の長さ方向両端側には伝送線路 3, 4 の両端に接続された信号用電極端子 7, 8 を設け、該磁性体層 2 a ~ 2 d の長さ方向中間位置にはグランド電極 5 に接続されたグランド用電極端子 9 を設ける構成としたから、直線状に延びる配線の途中に磁性体層 2 a ~ 2 d の長さ方向両端側に位置する信号用電極端子 7, 8 を容易に接続することができる。また、磁性体層 2 a ~ 2 d の長さ方向中間位置に設けられたグランド用電極端子 9 も配線の周辺に設けられたグランド端子に容易に接続することができるから、ノイズフィルタ 1 の組付け性を向上することができる。

#### 【0057】

さらに、伝送線路 3, 4 を蛇行したジグザグ状に形成したから、伝送線路 3, 4 の長さ寸法を増加させることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

#### 【0058】

次に、図 10 ないし図 13 は本発明の第 2 の実施の形態によるノイズフィルタを示し、本実施の形態によるノイズフィルタの特徴は、磁性体層の表面に 2 本の伝送線路を並設し、磁性体層の裏面にグランド電極を設け、2 本の伝送線路の間には誘電体部材を設けると共に、2 本の伝送線路を磁性特性を有するコーティング膜によって覆う構成としたことにある。

#### 【0059】

11 は本実施の形態によるノイズフィルタで、該ノイズフィルタ 11 は後述する磁性体層 12 a, 12 b、伝送線路 13, 14、グランド電極 15、誘電体部材 16、コーティング膜 17、信号用電極端子 18, 19、グランド用電極端子 20 によって大略構成されている。

#### 【0060】

12 はノイズフィルタ 11 の外形を構成する略角柱状の積層体で、該積層体 12 は、2 層の磁性体層 12 a, 12 b を焼成することによって形成され、各磁性

体層 12 a, 12 b は、第 1 の実施の形態と同様に例えばフェライト等を用いて略四角形（長方形）の板状に形成されている。

#### 【0061】

13, 14 は磁性体層 12 a の表面に配設された 2 本の伝送線路で、該伝送線路 13, 14 は、一定の間隔をもって平行に延び、ジグザグ状をなしつつ磁性体層 12 a の長さ方向に向けて延びている。そして、伝送線路 13, 14 は、第 1 の実施の形態と同様に導電性金属材料によって略帯状に形成され、後述するグラウンド電極 15 によってその裏面側が略全長に亘って覆われると共に、その両端側が電極部 13 A, 14 A となって後述の信号用電極端子 18, 19 にそれぞれ接続されている。

#### 【0062】

15 は磁性体層 12 a の裏面側（磁性体層 12 a, 12 b 間）に設けられたグラウンド電極で、該グラウンド電極 15 は、導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体層 12 a の裏面側を略全面に亘って覆っている。さらに、グラウンド電極 15 のうち略四角状をなす磁性体層 12 a の長さ方向中間位置には、幅方向両端側に向けて舌状に突出して延びる電極部 15 A が設けられ、該電極部 15 A は後述のグラウンド用電極端子 20 に接続されている。

#### 【0063】

16 は 2 本の伝送線路 13, 14 の間に設けられた異性媒質としての誘電体部材で、該誘電体部材 16 は、第 1 の実施の形態による誘電体部材 6 とほぼ同様の材料を用いて形成され、その比透磁率  $\mu_{r1}$  が磁性体層 12 a の比透磁率  $\mu_{r0}$  よりも小さい値（ $\mu_{r1} \div 1$ ）に設定されると共に、その比誘電率  $\epsilon_{r1}$  が磁性体層 12 a の比誘電率  $\epsilon_{r0}$  とほぼ同じ値に設定されている。そして、誘電体部材 16 は、互いに並設された 2 本の伝送線路 13, 14 間の隙間を埋めている。

#### 【0064】

17 は積層体 2 の表面に設けられたコーティング膜で、該コーティング膜 17 は、例えば樹脂材料に磁粉を混入することによって形成されている。また、コーティング膜 17 は、例えば磁性体層 12 a の比透磁率  $\mu_{r0}$  とほぼ同じ値の比透磁率  $\mu_{r2}$  を有し、比透磁率  $\mu_{r2}$  は誘電体部材 16 の比透磁率  $\mu_{r1}$  よりも高い値に設

定されている。そして、コーティング膜 17 は、誘電体部材 16 を含めて 2 本の伝送線路 13, 14 を覆っている。

#### 【0065】

18, 19 は積層体 12 の四隅側にそれぞれ設けられた信号用電極端子で、該信号用電極端子 18, 19 は、第 1 の実施の形態と同様に導電性金属材料等によって略コ字状に形成されると共に、伝送線路 13, 14 の電極部 13A, 14A にそれぞれ接続されている。

#### 【0066】

20 は積層体 12 の長さ方向中間位置で幅方向の両端側にそれぞれ設けられたグラウンド用電極端子で、該グラウンド用電極端子 20 は、第 1 の実施の形態と同様に導電性金属材料等によって略コ字状に形成されると共に、グラウンド電極 15 の電極部 15A に接続されている。

#### 【0067】

かくして、本実施の形態でも 2 本の伝送線路 13, 14 の間に誘電体部材 16 を設けると共に、これらの伝送線路 13, 14 と誘電体部材 16 をコーティング膜 17 によって覆ったから、図 12 および図 13 に示すように、ノーマルモードとコモンモードのいずれの場合でも、コーティング膜 17 と磁性体層 12a の内部に磁束  $\phi_n$ ,  $\phi_c$  を閉じ込めることができると共に、コモンモードの実効比透磁率  $\mu_{wc}$  に影響を与えることなく、ノーマルモードの実効比透磁率  $\mu_{wn}$  を低下させることができる。このため、第 1 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0068】

次に、図 14 および図 15 は本発明の第 3 の実施の形態によるノイズフィルタを示し、本実施の形態によるノイズフィルタの特徴は、磁性体層の最上層と最下層とがグラウンド電極となるように当該磁性体層間に第 1, 第 2 の伝送線路と当該グラウンド電極とを交互に積み重ね、複数層の第 1, 第 2 の伝送線路をそれぞれ直列接続すると共に、各層毎で第 1, 第 2 の伝送線路の間に誘電体部材を設けたことにある。

#### 【0069】

3 1 は本実施の形態によるノイズフィルタで、該ノイズフィルタ 3 1 は後述する磁性体層 3 2 a ~ 3 2 h、第 1 の伝送線路 3 3、3 5、3 7、第 2 の伝送線路 3 4、3 6、3 8、グランド電極 3 9、誘電体部材 4 0、第 1、第 2 の信号用電極端子 4 1、4 2、グランド用電極端子 4 3 によって大略構成されている。

#### 【0 0 7 0】

3 2 はノイズフィルタ 3 1 の外形を構成する略角柱状の積層体で、該積層体 3 2 は、例えば 8 層の磁性体層 3 2 a ~ 3 2 h を積層することによって形成されている。そして、磁性体層 3 2 a ~ 3 2 h は、略四角形の板状に形成され、第 1 の実施の形態による磁性体層 2 a ~ 2 d と同様にフェライト等の磁性特性を有するセラミックス材料によって形成されている。

#### 【0 0 7 1】

3 3、3 4 は磁性体層 3 2 b、3 2 c 間に設けられた 1 層目の第 1、第 2 の伝送線路で、該伝送線路 3 3、3 4 は、第 1 の実施の形態による伝送線路 3、4 と同様に、互いに一定の間隔をもって平行に延び、導電性金属材料によってジグザグ状に形成されている。

#### 【0 0 7 2】

そして、伝送線路 3 3、3 4 の一端側は、積層体 3 2 の長さ方向一端側に向かって延びた電極部 3 3 A、3 4 A をなし、伝送線路 3 3、3 4 の他端側は、積層体 3 2 の長さ方向他端から離間して磁性体層 3 2 c、3 2 d を貫通するスルーホール 3 3 B、3 4 B が設けられている。そして、これらのスルーホール 3 3 B、3 4 B 内には導電性材料が充填され、伝送線路 3 3、3 4 は後述の伝送線路 3 5、3 6 にそれぞれ直列接続されている。

#### 【0 0 7 3】

3 5、3 6 は磁性体層 3 2 d、3 2 e 間に設けられた 2 層目の第 1、第 2 の伝送線路で、該伝送線路 3 5、3 6 は、第 1 の実施の形態による伝送線路 3、4 と同様に、互いに一定の間隔をもって平行に延び、導電性金属材料によってジグザグ状に形成されている。

#### 【0 0 7 4】

そして、伝送線路 3 5、3 6 の一端側は、伝送線路 3 3、3 4 のスルーホール

33B, 34Bと対向した位置に設けられ伝送線路33, 34と接続される接続部35A, 36Aとなり、伝送線路35, 36の他端側は、積層体32の長さ方向一端から離間して磁性体層32e, 32fを貫通するスルーホール35B, 36Bが設けられている。そして、これらのスルーホール35B, 36B内には導電性材料が充填され、伝送線路35, 36は後述の伝送線路37, 38にそれぞれ直列接続されている。

#### 【0075】

37, 38は磁性体層32f, 32g間に設けられた3層目の第1, 第2の伝送線路で、該伝送線路37, 38は、第1の実施の形態による伝送線路3, 4と同様に、互いに一定の間隔をもって平行に延び、導電性金属材料によってジグザグ状に形成されている。

#### 【0076】

そして、伝送線路37, 38の一端側は、伝送線路35, 36のスルーホール35B, 36Bと対向した位置に設けられ伝送線路35, 36と接続される接続部37A, 38Aをなし、伝送線路37, 38の他端側は、積層体32の長さ方向他端側に向かって延びた電極部37B, 38Bとなっている。

#### 【0077】

また、伝送線路33~38の幅寸法はほぼ等しい値に設定されると共に、磁性体層32b~32gの厚さ寸法はほぼ等しい値に設定されている。これにより、第1の伝送線路33, 35, 37の特性インピーダンスは、その全長に亘ってほぼ一定値に設定されると共に、第2の伝送線路34, 36, 38の特性インピーダンスも、その全長に亘ってほぼ一定値に設定されている。

#### 【0078】

39は第1の伝送線路33, 35, 37および第2の伝送線路34, 36, 38を各層毎に挟むように磁性体層32a~32hの間にそれぞれ設けられた合計4枚のグラウンド電極で、各グラウンド電極39は、磁性体層32b~32gの最上層と最下層とにそれぞれ配置されると共に、磁性体層32b~32g間に伝送線路33~38と交互に積み重ねられている。

#### 【0079】

そして、グラウンド電極 39 は、導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、磁性体層 32b ~ 32g を略全面に亘って覆っている。さらに、グラウンド電極 39 には第 1 の実施の形態によるグラウンド電極 5 とほぼ同様に幅方向両端側に向けて突出した電極部 39A が設けられ、該電極部 39A は後述のグラウンド用電極端子 43 に接続されている。

#### 【0080】

40 は伝送線路 33, 34 間、伝送線路 35, 36 間および伝送線路 37, 38 間にそれぞれ設けられた異性媒質としての誘電体部材で、該誘電体部材 40 は、第 1 の実施の形態による誘電体部材 6 とほぼ同様の材料を用いて形成され、その比透磁率  $\mu_{r1}$  が磁性体層 32b ~ 32g の比透磁率  $\mu_{r0}$  よりも小さい値 ( $\mu_{r1} \div 1$ ) に設定されると共に、その比誘電率  $\epsilon_{r1}$  が磁性体層 32b ~ 32g の比誘電率  $\epsilon_{r0}$  とほぼ同じ値に設定されている。そして、誘電体部材 40 は、互いに並設された 2 本の伝送線路 33, 34 間、伝送線路 35, 36 間および伝送線路 37, 38 間の隙間をそれぞれ埋めている。

#### 【0081】

41, 42 は積層体 32 の四隅側にそれぞれ設けられた信号用電極端子で、該信号用電極端子 41, 42 は、第 1 の実施の形態と同様に導電性金属材料等によって略コ字状に形成されている。そして、一端側の信号用電極端子 41, 42 は伝送線路 33, 34 の電極部 33A, 34A に接続されると共に、他端側の信号用電極端子 41, 42 は伝送線路 37, 38 の電極部 37B, 38B に接続されている。

#### 【0082】

43 は積層体 32 の長さ方向中間位置で幅方向の両端側にそれぞれ設けられたグラウンド用電極端子で、該グラウンド用電極端子 43 は、第 1 の実施の形態と同様に導電性金属材料等によって略コ字状に形成されると共に、グラウンド電極 39 の電極部 39A に接続されている。

#### 【0083】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。しかし、本実施の形態では、第 1 の伝



送線路 33, 35, 37 を直列接続すると共に、第 2 の伝送線路 34, 36, 38 を直列接続したから、第 1 の伝送線路 33, 35, 37 の全長と第 2 の伝送線路 34, 36, 38 の全長をそれぞれ長くすることができ、ノイズの減衰量を増加させることができる。

#### 【0084】

次に、図 16 ないし図 19 は本発明の第 4 の実施の形態によるノイズフィルタを示し、本実施の形態によるノイズフィルタの特徴は、誘電体層の表面に 2 本の伝送線路を並設し、誘電体層の裏面にグランド電極を設けると共に、2 本の伝送線路の間には切込み溝を凹設したことにある。

#### 【0085】

51 は本実施の形態によるノイズフィルタで、該ノイズフィルタ 51 は後述する誘電体層 52a, 52b、伝送線路 53, 54、グランド電極 55、切込み溝 56、信号用電極端子 57, 58、グランド用電極端子 59 によって大略構成されている。

#### 【0086】

52 はノイズフィルタ 51 の外形を構成する略角柱状の積層体で、該積層体 52 は、2 層の誘電体層 52a, 52b を焼成することによって形成され、各誘電体層 52a, 52b は、セラミックス材料等の誘電体を用いて略四角形の板状に形成されている。そして、誘電体層 52a, 52b は、1 よりも大きな比誘電率  $\epsilon_{r2}$  を有する ( $\epsilon_{r2} > 1$ ) と共に、その比透磁率  $\mu_{r2}$  はほぼ 1 程度の値に設定されている ( $\mu_{r2} \div 1$ )。

#### 【0087】

53, 54 は誘電体層 52a の表面に配設された 2 本の伝送線路で、該伝送線路 53, 54 は、一定の間隔をもって平行に延び、ジグザグ状をなしつつ誘電体層 52a の長さ方向に向けて延びている。そして、伝送線路 53, 54 は、第 1 の実施の形態と同様に導電性金属材料によって略帯状に形成され、後述するグランド電極 55 によってその裏面側が略全長に亘って覆われると共に、その両端側が電極部 53A, 54A となって後述の信号用電極端子 57, 58 にそれぞれ接続されている。

## 【0088】

55は誘電体層52aの裏面側（誘電体層52a，52b間）に設けられたグラウンド電極で、該グラウンド電極55は、導電性金属材料を用いて略四角形の平板状に形成され、誘電体層52aの裏面側を略全面に亘って覆っている。さらに、グラウンド電極55のうち略四角状をなす誘電体層52aの長さ方向中間位置には、幅方向両端側に向けて舌状に突出して延びる電極部55Aが設けられ、該電極部55Aは後述のグラウンド用電極端子59に接続されている。

## 【0089】

56は2本の伝送線路53，54の間に位置して誘電体層52aの表面に凹設された切込み溝で、該切込み溝56は、伝送線路53，54に沿ってジグザグ状に形成されると共に、伝送線路53，54間のほぼ中央に位置してグラウンド電極55に向けて所定の深さ寸法を有している。ここで、切込み溝56の深さ寸法は、ノーマルモードの電束 $D_n$ が通過し、コモンモードの電束 $D_c$ が通過しない程度の値に設定されている。そして、切込み溝56の内部には、比誘電率 $\epsilon_r3$ と比透磁率 $\mu_r3$ がいずれも1程度となった空隙56Aが画成されている。

## 【0090】

57，58は積層体52の四隅側にそれぞれ設けられた信号用電極端子で、該信号用電極端子57，58は、第1の実施の形態と同様に導電性金属材料等によって略コ字状に形成されると共に、伝送線路53，54の電極部53A，54Aにそれぞれ接続されている。

## 【0091】

59は積層体52の長さ方向中間位置で幅方向の両端側にそれぞれ設けられたグラウンド用電極端子で、該グラウンド用電極端子59は、第1の実施の形態と同様に導電性金属材料等によって略コ字状に形成されると共に、グラウンド電極55の電極部55Aに接続されている。

## 【0092】

かくして、本実施の形態では誘電体層52aの表面に2本の伝送線路53，54を並設し、誘電体層52aの裏面にグラウンド電極55を設けたから、誘電体層52aによる誘電損失（熱損失）を用いることによってコモンモードノイズを抑

制することができる。また、グランド電極 5 5 を用いて伝送線路 5 3, 5 4 の裏面側を全長に亘って覆うから、伝送線路 5 3, 5 4 の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定することができる。このため、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取ることができると共に、伝送線路 5 3, 5 4 の途中でノイズが反射することがなく、共振によるノイズの増大を防止することができる。

#### 【0 0 9 3】

また、2 本の伝送線路 5 3, 5 4 の間には切込み溝 5 6 を凹設したから、図 1 8 および図 1 9 に示すように、ノーマルモードで発生する電束  $D_n$  は切込み溝 5 6 の空隙 5 6 A を通過するのに対し、コモンモードで発生する電束  $D_c$  は空隙 5 6 A を通過しない。このため、空隙 5 6 A を用いてコモンモードの実効比誘電率  $\epsilon_{wc}$  に影響を与えることなく、ノーマルモードの実効比誘電率  $\epsilon_{wn}$  を低下させることができる。従って、第 1 の実施の形態と同様に、ノーマルモードの損失だけを低下させることができ、信号波形に影響を与えずにノイズ除去効果を高めることができる。

#### 【0 0 9 4】

なお、前記第 4 の実施の形態では、誘電体層 5 2 a の表面は露出するものとしたが、例えば誘電体層 5 2 a の比誘電率  $\epsilon_{r2}$  よりも低い比誘電率を有する樹脂材料等によって覆う構成としてもよい。

#### 【0 0 9 5】

また、前記各実施の形態では、伝送線路 3, 4, 1 3, 1 4, 3 3 ~ 3 8, 5 3, 5 4 をジグザグ状に形成するものとした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば渦巻き状または直線状の伝送線路を形成してもよい。

#### 【0 0 9 6】

さらに、前記各実施の形態では、2 本の伝送線路（例えば伝送線路 3, 4 間）に異性媒質としての誘電体部材 6 等を設ける構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、異性媒質はノーマルモードとコモンモードとで電磁界分布が異なる部位であればいずれの位置に配置してもよく、例えば図 3 中に一点鎖線で示すように伝送線路 3, 4 間から厚さ方向で表面側と裏面側とで離間した位置に異性媒質 6' を配置してもよい。このとき、コモンモードによる磁束  $\phi_c$  は異性媒質 6'

を通過し、ノーマルモードによる磁束  $\phi_n$  は異性媒質 6' を通過しないから、異性媒質 6' を磁性体層 2b, 2c よりも比透磁率の高い磁性体材料を選択することによって、ノーマルモードに影響を与えることなく、コモンモードの損失を増大させることができる。

#### 【0097】

また、前記第2および第3の実施の形態では、異性媒質として非磁性体媒質からなる誘電体部材 16, 40 を用いる構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、第1の実施の形態と同様に、異性媒質として低透磁率媒質または空隙を用いてもよい。

#### 【0098】

さらに、前記各実施の形態では、2本の伝送線路 3, 4, 13, 14, 33~38, 53, 54 は互いに同一層に位置して水平方向に離間するものとした。しかし、本発明はこれに限らず、図20に示す変形例のように、2本の伝送線路 3', 4' は積層体 2' 内で異なる層に位置して厚さ方向に離間して配置する構成としてもよい。この場合、磁性体層 2b', 2c' 間には磁性体層 2b', 2c' とほぼ同じ磁性材料からなる磁性体層 61 が設けられると共に、磁性体層 61 には伝送線路 3', 4' 間に位置して異性媒質として例えば誘電体部材 62 が配置されている。

#### 【0099】

##### 【発明の効果】

以上詳述した通り、請求項1の発明によれば、絶縁性媒質には2本の伝送線路を並設したから、絶縁性媒質の熱損失を利用して伝送線路を伝搬する信号を減衰させることができる。また、2本の伝送線路は間隔をもって並設されているから、絶縁性媒質に形成される電磁界分布はコモンモードとノーマルモードとで異なり、各モード毎に信号の減衰量が異なる。さらに、絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設したから、異性媒質によって一方のモードに対する実質的な媒質の特性を変化させることができる。このため、各モード毎に信号の減衰量を調整することができ、必要なモードの信号の損失を小さくでき、または不要なモードの信号の

損失を大きくすることができる。

【0100】

請求項2の発明によれば、2層の絶縁層間に2本の伝送線路を並設し、該2本の伝送線路を含んで絶縁性媒質を2つのグラウンド電極によって挟む構成としたから、絶縁層の熱損失を利用して伝送線路を伝搬する信号を減衰させることができる。また、絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設したから、該異性媒質によって各モード毎に実効的な材料特性を変化させることができる。この結果、各モード毎に信号の減衰量を調整することができ、必要なモードの信号の損失を小さくでき、または不要なモードの信号の損失を大きくすることができる。

【0101】

また、2層の絶縁層間に伝送線路を配設すると共に、2本の伝送線路を含んで絶縁性媒質を2つのグラウンド電極によって挟むから、グラウンド電極によって2層の絶縁層間に位置する伝送線路をその全長に亘って覆うことができる。このため、伝送線路の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定できるから、伝送線路の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができる。

【0102】

請求項3の発明によれば、各絶縁層の最上層と最下層とにグラウンド電極を配置する状態で、前記各絶縁層間に間隔をもって並ぶ2本の伝送線路と当該グラウンド電極とを交互に積み重ねたから、絶縁層の熱損失を利用して伝送線路を伝搬する信号を減衰させることができる。また、絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に絶縁性媒質とは異なる異性媒質を配設したから、各モード毎に信号の減衰量を調整することができ、必要なモードの信号の損失を小さくでき、または不要なモードの信号の損失を大きくすることができる。

【0103】

また、全ての伝送線路の幅寸法をほぼ等しい値に設定すると共に、全ての磁性体シートの厚さ寸法をほぼ等しい値に設定した場合には、各層の伝送線路に対す

る特性インピーダンスを相互にほぼ一致させることができる。このため、相互に直列接続された伝送線路の全体に亘って特性インピーダンスをほぼ一定値に設定できるから、伝送線路の途中でノイズに反射が生じることがなく、ノイズの共振を抑制することができ、外部の回路とのインピーダンス整合を容易に取ることができる。さらに、複数層の伝送線路を直列接続したから、伝送線路の全長を長くすることができ、伝送線路を通過するノイズの減衰量を増加させることができる。

#### 【0104】

請求項4の発明によれば、絶縁性媒質の表面に2本の伝送線路を並設し、絶縁性媒質の裏面にグラウンド電極を設けたから、絶縁性媒質の熱損失を利用して伝送線路を伝搬する信号を減衰させることができる。また、絶縁性媒質にはコモンモードとノーマルモードとで電磁界分布が異なる部位に異性媒質を配設したから、該異性媒質によって各モード毎に実効的な材料特性を変化させることができる。この結果、各モード毎に信号の減衰量を調整することができ、必要なモードの信号の損失を小さくでき、または不要なモードの信号の損失を大きくすることができる。さらに、グラウンド電極によって2本の伝送線路を絶縁性媒質の裏面側から全長に亘って覆うことができるから、各伝送線路の全長に亘って特性インピーダンスを一定値に設定でき、ノイズの反射、共振を抑制することができる。

#### 【0105】

請求項5の発明によれば、異性媒質を2本の伝送線路の間に配置したから、2つのモードのうちノーマルモードの磁束または電束だけが通過する位置に異性媒質を配置でき、ノーマルモードに対する実効比透磁率または実効比誘電率を調整することができる。

#### 【0106】

請求項6の発明によれば、絶縁性媒質は磁性体からなる磁性体媒質によって形成したから、磁性体媒質の磁性損失（熱損失）を用いて信号を減衰させることができる。また、2本の伝送線路の間には、磁性体媒質よりも比透磁率が小さい低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙を配置するから、2つのモードのうちノーマルモードに対する実効比透磁率を低下させることができ、ノーマルモードの信

号を波形なまりが生じることなく伝達することができる。

【0107】

請求項7の発明によれば、絶縁性媒質は誘電体からなる誘電体媒質によって形成したから、誘電体媒質の誘電損失（熱損失）を用いて信号を減衰させることができる。また、誘電体媒質の表面には2本の伝送線路の間に位置した切込み溝を凹設したから、切込み溝の内部に画成した空隙によって2つのモードのうちノーマルモードに対する実効比誘電率を低下させることができ、ノーマルモードの信号の損失を小さくすることができる。

【0108】

請求項8の発明によれば、絶縁性媒質は磁性体からなる磁性体媒質によって形成し、異性媒質は2本の伝送線路の間に位置して該磁性体媒質よりも比透磁率が小さい低透磁率媒質、非磁性体媒質または空隙によって形成し、該低透磁率媒質等よりも比透磁率が高いコーティング膜によって該低透磁率媒質等と前記2本の伝送線路とを覆う構成としたから、磁性体媒質およびコーティング膜の磁性損失（熱損失）を用いて信号を減衰させることができる。また、2本の伝送線路の間には低透磁率媒質等を配置するから、2つのモードのうちノーマルモードに対する実効比透磁率を低下させることができ、コモンモードの信号は減衰させることができると共に、ノーマルモードの信号は波形なまりが生じることなく伝達することができる。

【0109】

請求項9の発明によれば、伝送線路をジグザグ状に形成したから、伝送線路を直線状に形成した場合に比べて、その長さ寸法を増加させることができ、不要なモードの信号（ノイズ）に対する減衰量を増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態によるノイズフィルタを示す斜視図である。

【図2】

第1の実施の形態によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。

【図3】

ノーマルモードの信号が伝搬している状態でノイズフィルタを図1中の矢示II I-III方向からみた断面図である。

【図4】

コモンモードの信号が伝搬している状態でノイズフィルタを示す図3と同様な位置の断面図である。

【図5】

コモンモードの信号に対する伝送線路の等価回路を示す回路図である。

【図6】

高周波のコモンモードの信号に対する伝送線路の等価回路を示す回路図である。

【図7】

周波数に対する透磁率の実部と虚部を示す特性線図である。

【図8】

誘電体部材を設けない場合の周波数に対する透磁率の実部と虚部を示す特性線図である。

【図9】

誘電体部材を設けた場合の周波数に対する透磁率の実部と虚部を示す特性線図である。

【図10】

第2の実施の形態によるノイズフィルタを示す斜視図である。

【図11】

第2の実施の形態によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。

【図12】

ノーマルモードの信号が伝搬している状態でノイズフィルタを図10中の矢示XII-XII方向からみた断面図である。

【図13】

コモンモードの信号が伝搬している状態でノイズフィルタを示す図12と同様な位置の断面図である。

【図14】



第3の実施の形態によるノイズフィルタを示す斜視図である。

【図15】

第3の実施の形態によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。

【図16】

第4の実施の形態によるノイズフィルタを示す斜視図である。

【図17】

第4の実施の形態によるノイズフィルタを分解して示す分解斜視図である。

【図18】

ノーマルモードの信号が伝搬している状態でノイズフィルタを図16中の矢示XVIII-XVIII方向からみた断面図である。

【図19】

コモンモードの信号が伝搬している状態でノイズフィルタを示す図18と同様な位置の断面図である。

【図20】

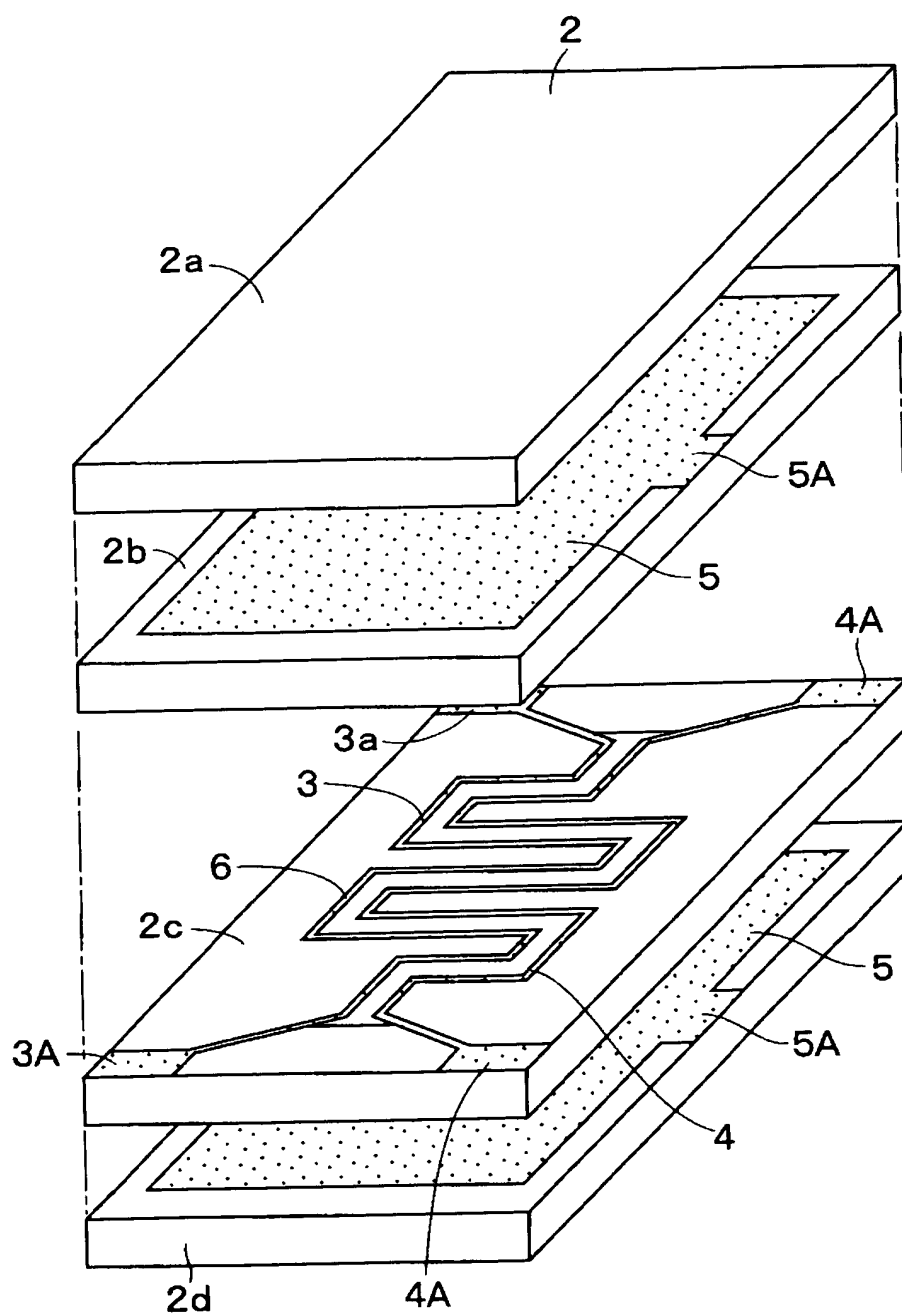
変形例によるノイズフィルタを示す図3と同様な位置の断面図である。

【符号の説明】

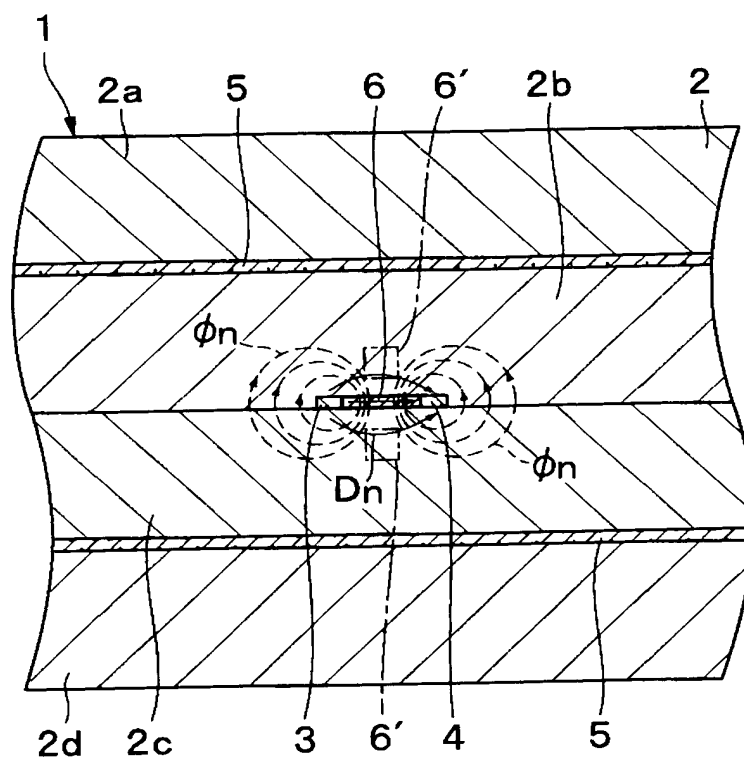
- 1, 11, 31, 51, 1' ノイズフィルタ
- 2, 12, 32, 52, 2' 積層体（絶縁性媒質）
- 2a~2d, 12a, 12b, 32a~32h, 2a'~2d', 61 磁性  
体層（絶縁層）
- 3, 4, 13, 14, 33~38, 53, 54, 3', 4' 伝送線路
- 5, 15, 39, 55, 5' グランド電極
- 6, 16, 40, 62 誘電体部材（非磁性体媒質）
- 6' 異性媒質
- 52a, 52b 誘電体層（絶縁層）
- 56 切込み溝
- 56A 空隙



【図 2】

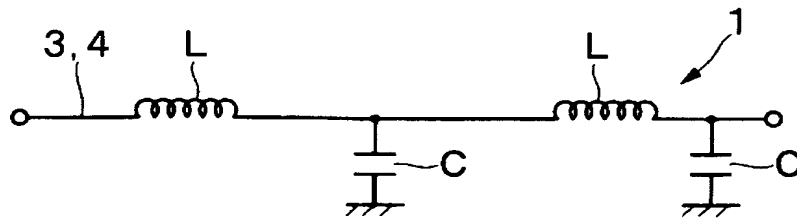


【図 3】

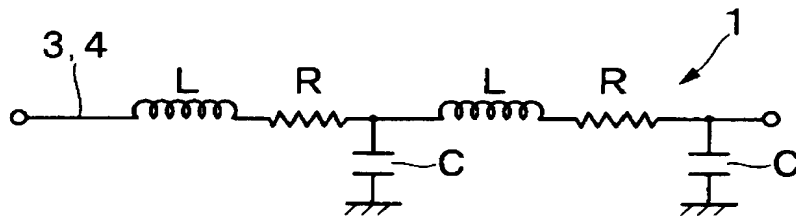




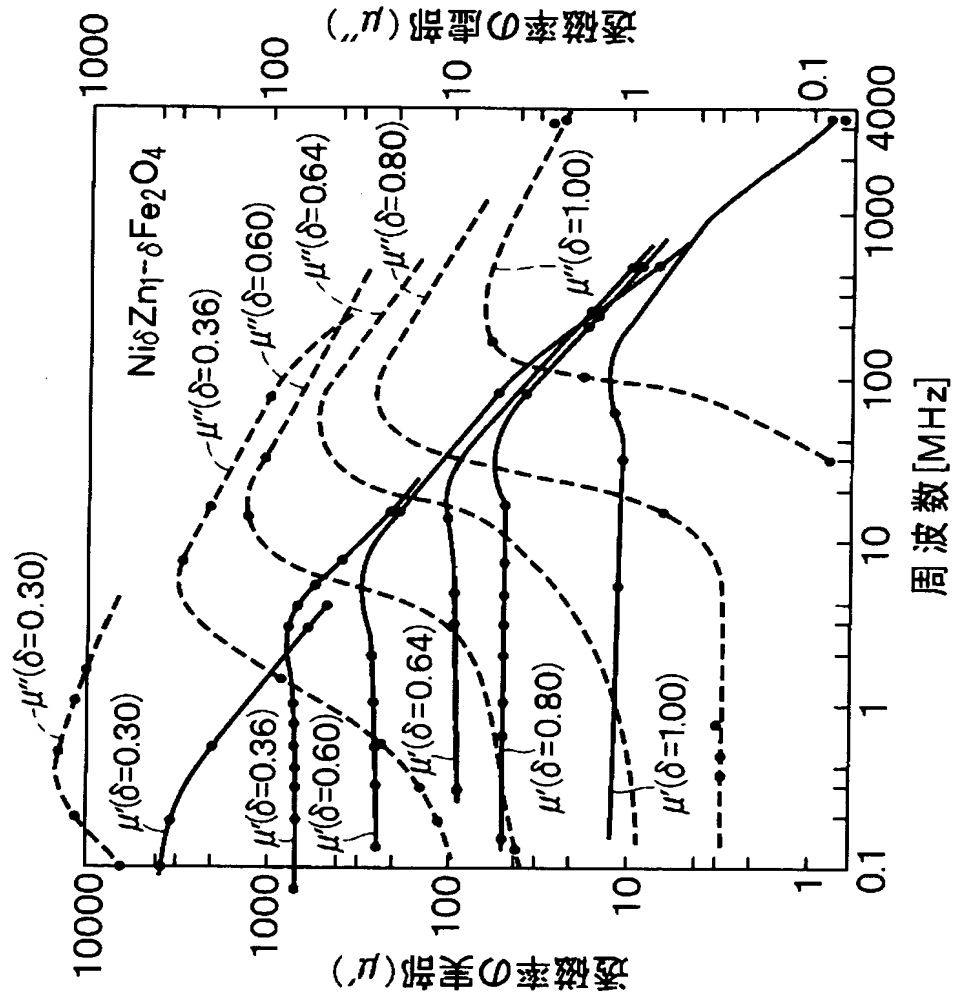
【図 5】



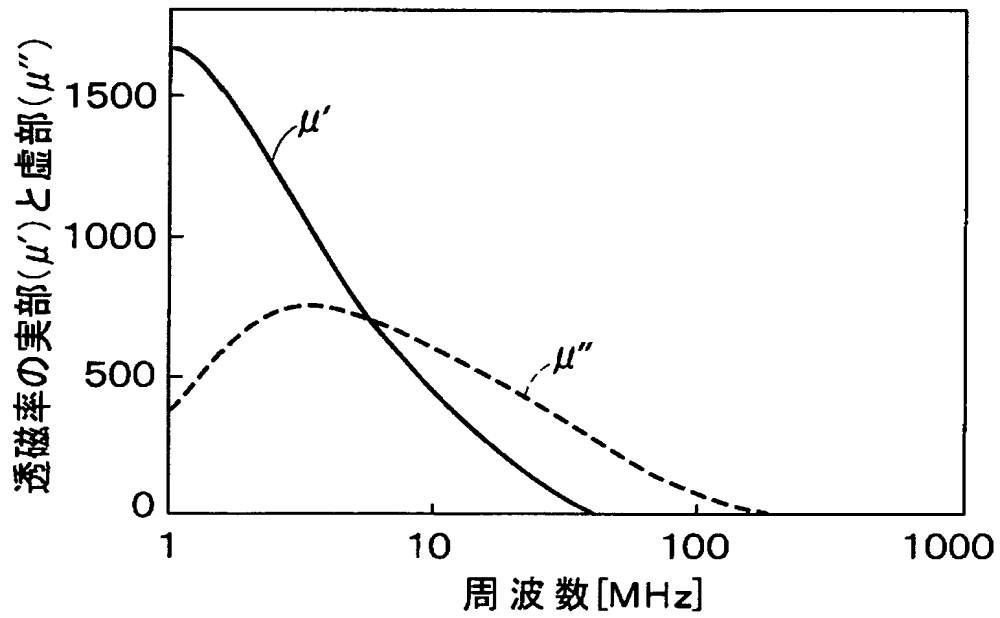
【図 6】



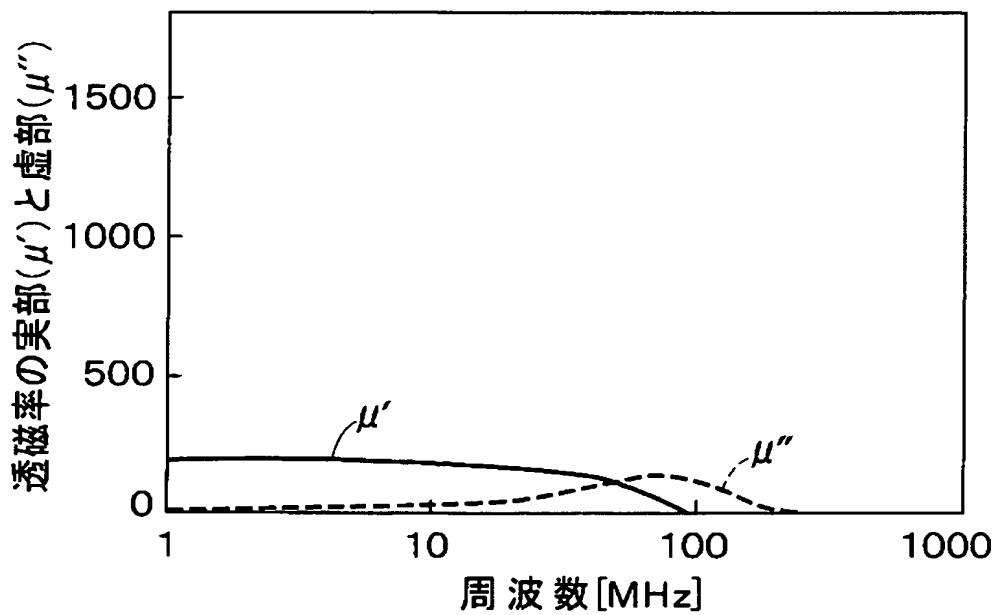
【図 7】



【図 8】

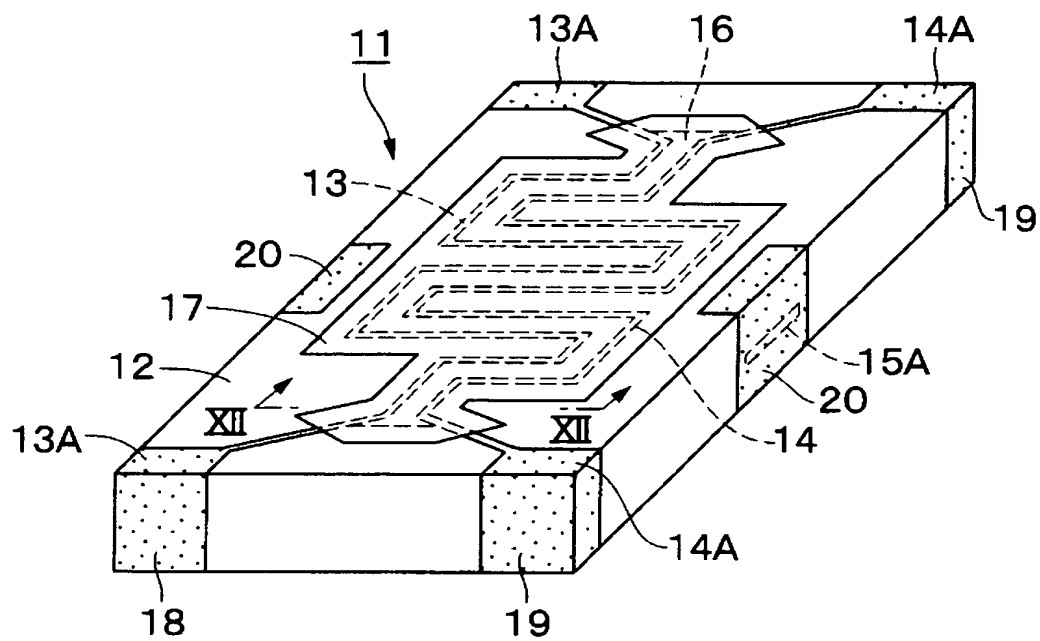


【図 9】

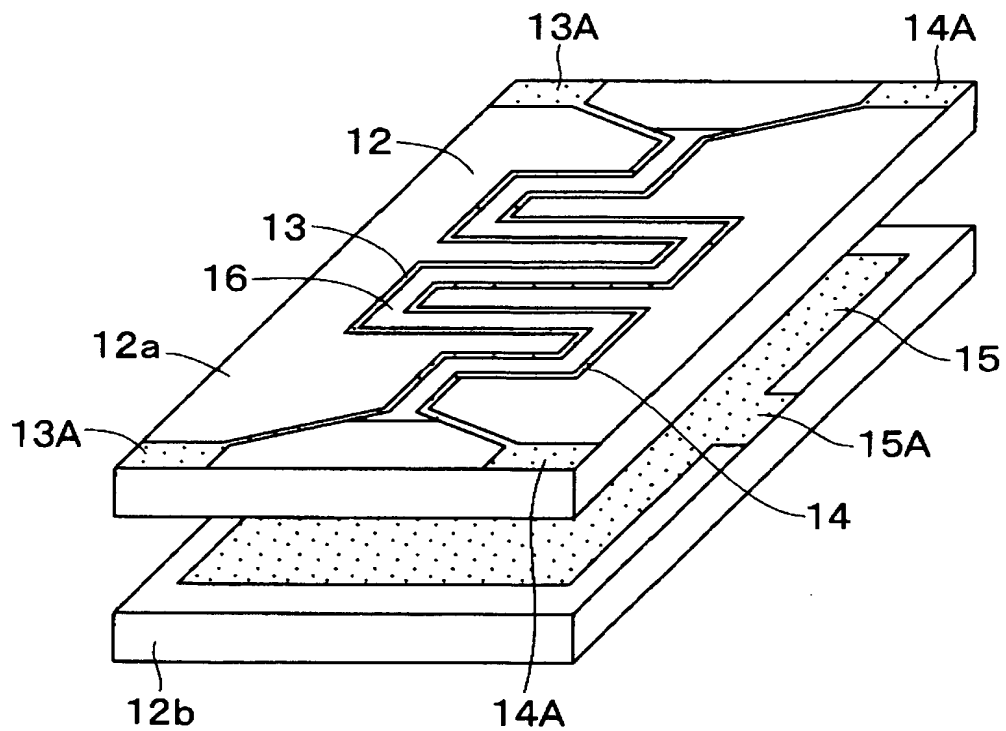




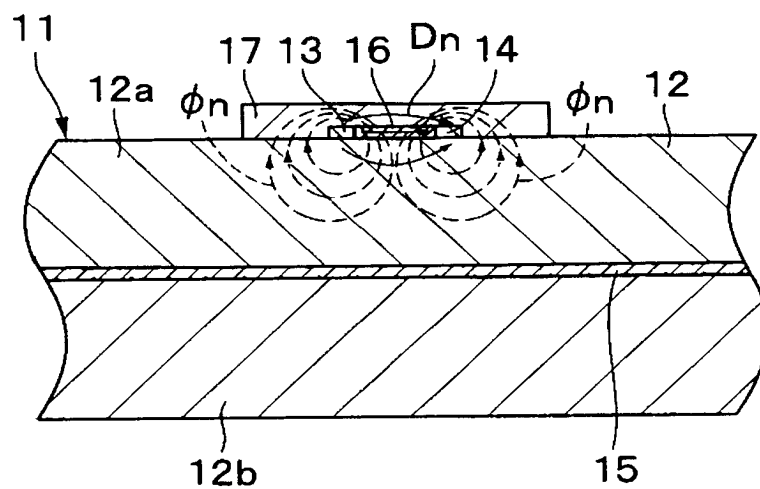
【図 10】



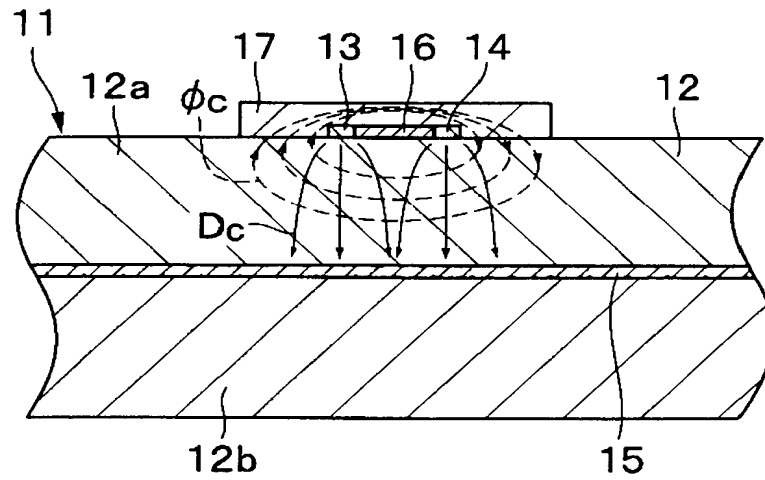
【図 1 1】



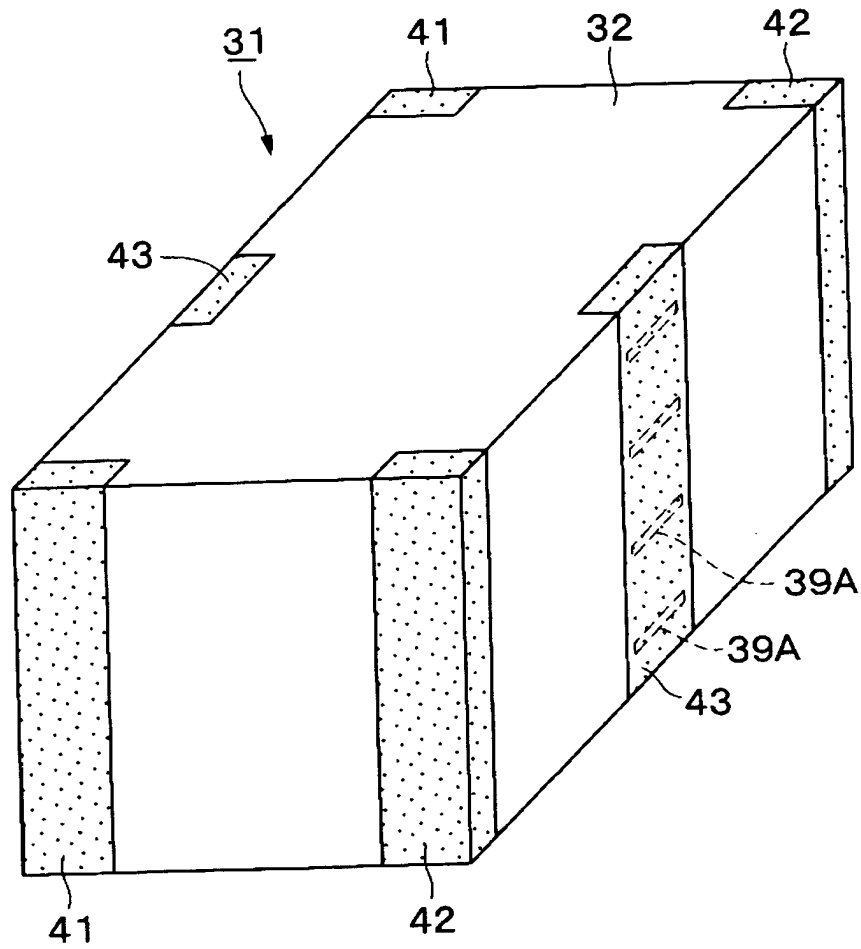
【図 12】



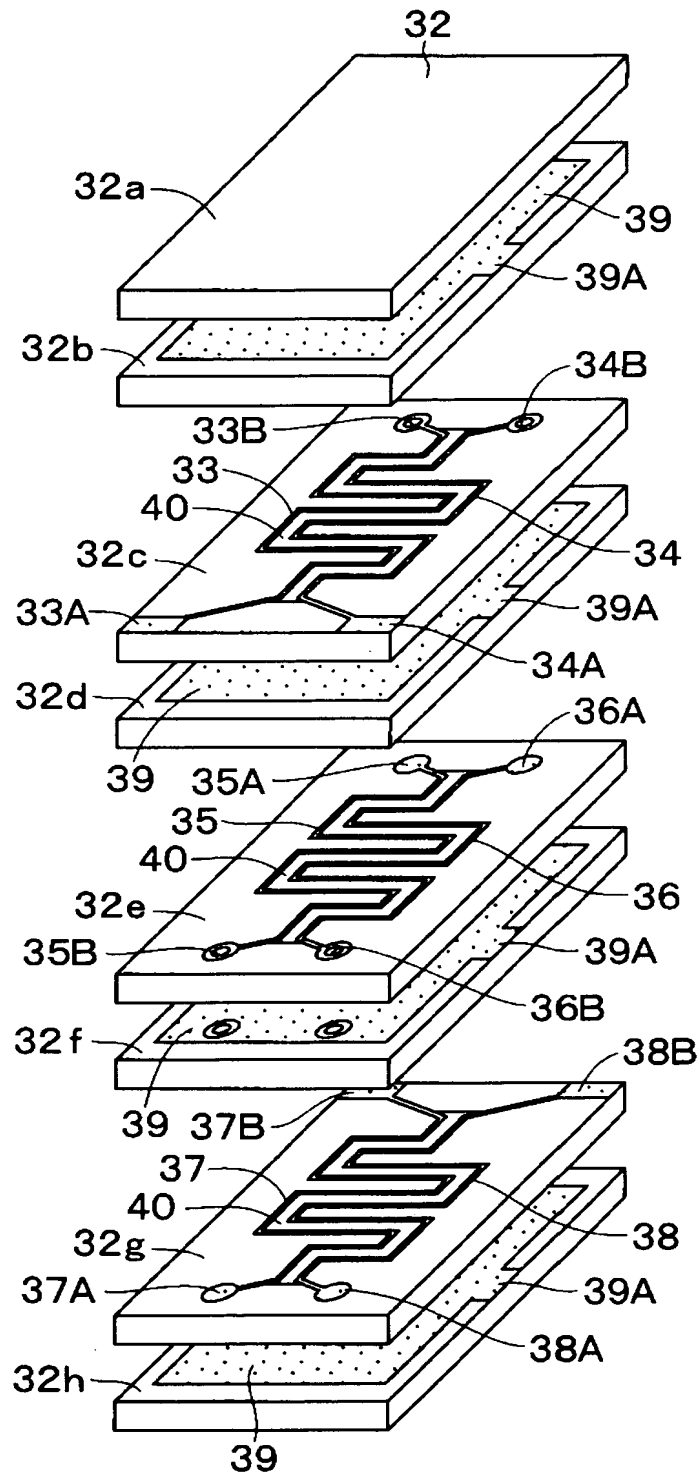
【図 13】



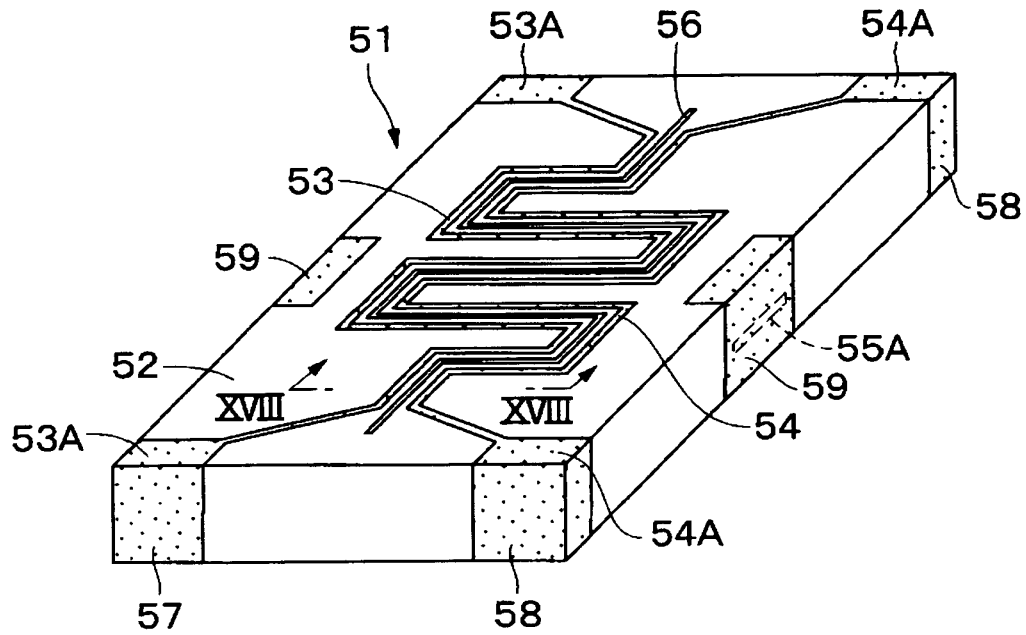
【図 14】



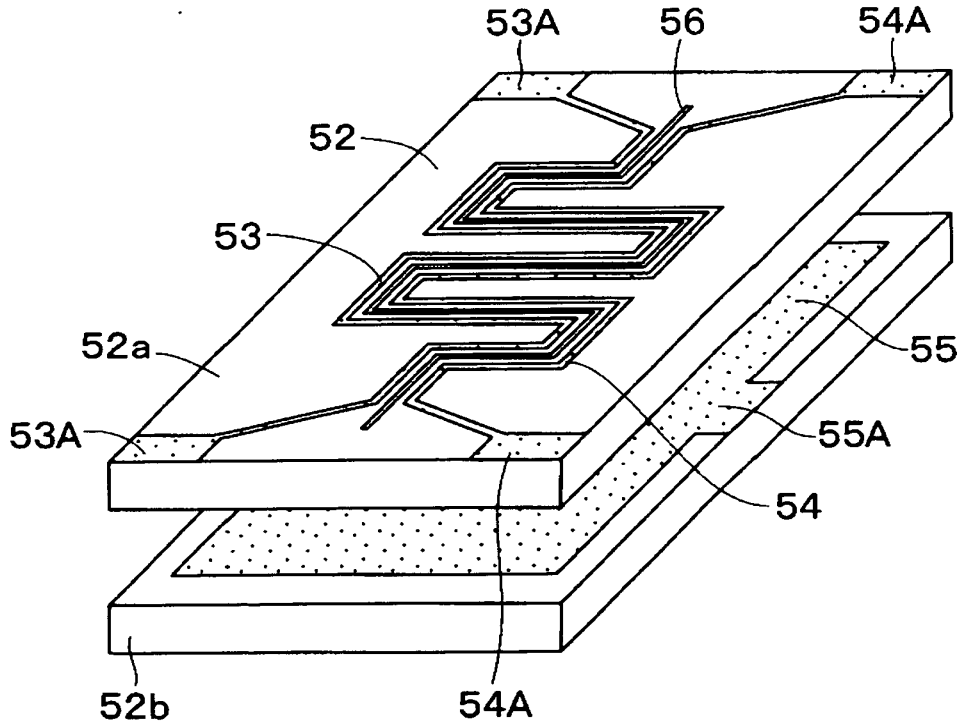
【図 15】



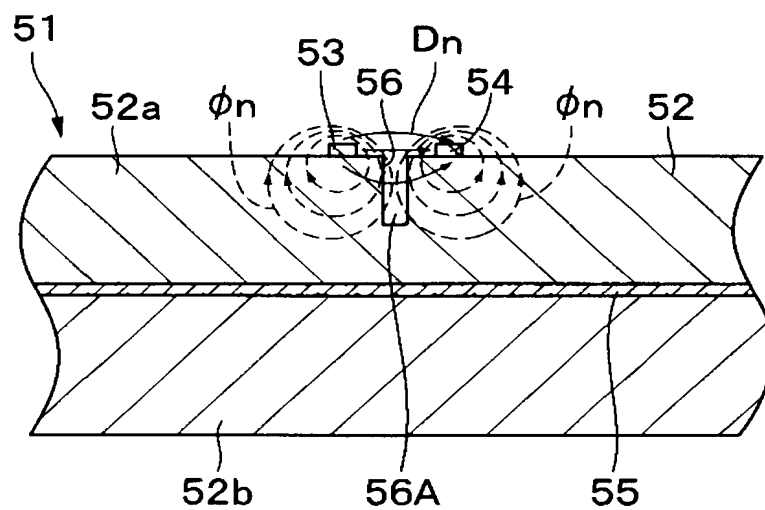
【図 16】



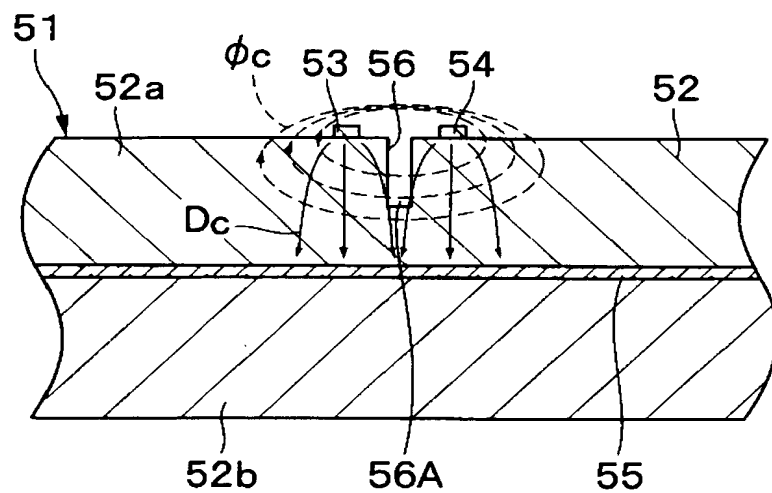
【図 17】



【図 18】

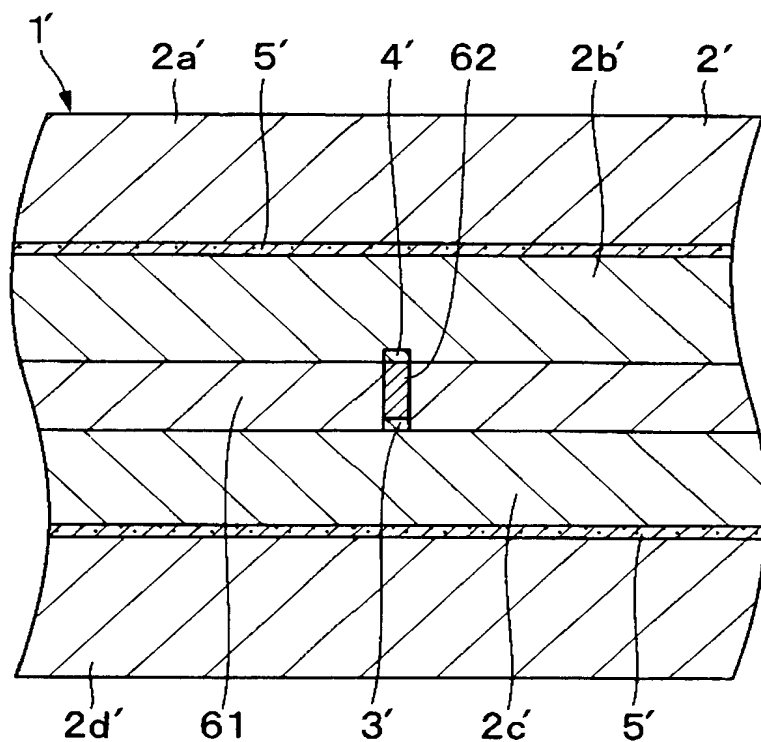


【図 19】





【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノイズの共振を防ぐことができると共に、モード毎に信号の減衰の割合を設定することができる小型なノイズフィルタを提供する。

【解決手段】 4層の磁性体層 2 a ～ 2 d を積層して積層体 2 を形成する。また、磁性体層 2 b, 2 c 間には伝送線路 3, 4 を並設すると共に、2 枚のグランド電極 5 によって磁性体層 2 b, 2 c を挟む。さらに、伝送線路 3, 4 間には誘電体部材 6 を配設する。これにより、コモンモードの信号は磁性体層 2 a ～ 2 d による磁性損失を用いて減衰することができ、ノーマルモードの信号は誘電体部材 6 によって実効比透磁率を低下させて波形なまりを防ぎつつ伝搬させることができる。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 4 0 9 0 6
受付番号	5 0 2 0 1 2 3 7 7 8 0
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 4 年 8 月 2 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年 8月21日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 4 0 9 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 3 1 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[ 変更理由 ]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

氏 名

株式会社村田製作所